

вых двигателей, методов теории вероятностей и математической статистики, методов целочисленного программирования и покоординатной оптимизации, метода статистических испытаний [2].

Проведение данной исследовательской работы позволит разработать принципы построения и методику расчета энергоэффективных и надежных систем энергообеспечения электросталеплавильного производства. Это позволит при практической реализации на производстве значительно снизить потери электроэнергии в высоковольтных ЛЭП при транспортировке от ГРЭС (или городских ТЭЦ) к электросталеплавильным цехам металлургических предприятий и понизить удельный расход электрической энергии на производство электростали.

#### *Библиографический список*

1. Березовский Н.И. Технология энергосбережения: учебное пособие / Н.И. Березовский, Е.К.Костюкевич. Минск: БИП-С Плюс, 2007. 152 с.
2. Вахнина В.В. Разработка динамических моделей дуговых сталеплавильных печей и их электромагнитной совместимости с системой электроснабжения по несинусоидальности напряжения: автореф. дис. ... канд. тех. наук / В.В. Вахнина. Нижний Новгород: [б.и.], 2000. 19 с.
3. Основы современной энергетики / Под общей ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. 3-е изд. перераб. и доп. М.: МЭИ, 2008. 576 с.
4. Салтыков В.А. Разработка энергосберегающих режимов комплекса «система электроснабжения – дуговая сталеплавильная печь» с учетом электромагнитной совместимости: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Салтыков. Самара, 2002. 212 с.

## **РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Бушув А.Н.*

*Орский гуманитарно-технологический институт*

*nielsen1@mail.ru*

*Картавцев С.В.*

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова*

Металлургические предприятия потребляют около 30 % вырабатываемой электроэнергии и являются наиболее энергоемкой отраслью промышленности

В современном металлургическом производстве широкое применение получили энергоемкие энергетические установки, наиболее мощными из которых являются дуговые сталеплавильные печи (в дальнейшем ДСП) [2, 3].

Из проведенного элементарного анализа наиболее распространенных схем электроснабжения видно, что нет научно разработанных наиболее эффективных и надежных вариантов. К тому же в большинстве случаев (более 90 %) данные схемы предполагают электроснабжение от дальних источников (как правило, ГРЭС). Немало важен факт, что все используемые схемы предполагают установку между источником и ДСП не менее двух мощных трансформаторов. Так как ДСП представляют собой большие реактивные нагрузки, то эти два факта приводят к огромным электрическим потерям [2].

В качестве энергоисточника для электроснабжения рассматриваемого потребителя могут использоваться практически любые типы электростанций. На территории нашей страны принимают участие в выработке электроэнергии тепловые, ГЭС, АЭС, ветровые, солнечные, геотермальные, дизельные и некоторые другие. Более 70 % вырабатываемой электроэнергии приходится на тепловые электростанции, оставшиеся 30 % почти поровну делят атомные и гидравлические электростанции [1].

Прежде всего, цель предстоящей работы состоит в подробном рассмотрении всевозможных комбинаций энергоустановок совместно с утилизационными для разработки научной методики построения эффективного и надежного энергоисточника для электросталеплавильного производства. Кроме этих основных вариантов тепловых электростанций на рассмотрение будут поставлены всевозможные варианты утилизации тепла металлургического производства для выработки электроэнергии.

С теоретической точки зрения, в данной ситуации допустимо множество различных комбинаций тепловых двигателей, обеспечивающих выработку электрической энергии, утилизационных установок и турбин, обеспечивающих утилизацию тепла металлургического предприятия [1, 5].

«Рабочим телом» в электросталеплавильном процессе является электрическая энергия. Как видно, выработка электрической энергии осуществляется посредством тепловых процессов на электростанциях. На основании данного постулата в предстоящей работе будет осуществлен научный подход к проблеме электроснабжения ДСП со стороны рассмотрения теплового процесса выработки электрической энергии на электростанции. Не важно, будет ли источником электроснабжения дальняя ГРЭС, обеспечивающая электричеством электросталеплавильные цеха через районную сеть, или это индивидуальная электростанция с возможностью дополнительной утилизации тепла. Если подходить к данной проблеме именно с целью нахождения «идеальной» тепловой системы, то и будет решен вопрос об энергосберегающем электроснабжении данного потребителя [2, 3, 4].

Особенность одного из потенциалов энергосбережения на электросталеплавильном производстве заключается в отсутствии научно разработанной методики построения и расчета индивидуального энергоисточника для данного потребителя. Практическая значимость работы заключается в нахождении общих критериев, ставящих четкие границы и правила построения энергоэффективных систем и источников энергообеспечения электросталеплавильного производства. Разработанные в предстоящей работе критерии и методы расчета и разработки систем энергообеспечения позволят на любом металлургическом предприятии, как при реконструкции, так и при возведении электросталеплавильного цеха, с научной обоснованностью разрабатывать систему электро- и энергоснабжения данного крупного энергетического потребителя и, при экономической обоснованности, произвести разработку индивидуального источника энергии электросталеплавильного цеха [3, 5].

Разработанная методика позволит обеспечить значительное снижение затрат на выработку и, прежде всего, на передачу электроэнергии к электростале-

плавильным цехам производства по дальним воздушным линиям электропередач.

### *Библиографический список*

1. Буров В.Д. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. 3-е изд., стереотип. М.: МЭИ, 2009. 466 с.
2. Дружинина О.Г. Разработка алгоритмов и моделей энерго–экологического анализа технологических процессов и оценка энергозатрат на примере металлургических технологий: автореф. дис. ... канд. тех. наук / О.Г. Дружинина. Екатеринбург: [б.и.], 1998. 22 с.
3. Злобин А.А. Основные концептуальные положения энергосбережения на предприятиях черной металлургии / А.А. Злобин, В.Н. Курятов, А.П. Мальцев // Экологические системы. 2007. № 5. С. 22-28.
4. Салтыков В.М. Особенности выбора рациональных режимов параллельных ДСП по себестоимости / В.М. Салтыков, В.А. Салтыков // Проблемы энерго- и ресурсосбережения в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2002. С. 33-35.
5. Энергосбережение на промышленных предприятиях: учебное пособие / под ред. проф. М.И. Яворского. Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 134 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ НАГРЕВА И ПЛАВЛЕНИЯ ЛОМА**

*Ведяскин Е В.*

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова*

*E-mail: [evgeny.mgn.2008@mail.ru](mailto:evgeny.mgn.2008@mail.ru)*

Производство стали имеет большой экономический масштаб, в его структуре имеется конверторное производство, электросталеплавильное, и доля плавки стали электросталеплавильным способом растёт. В шихте сталеплавильного производства доля лома достигает 60...95 %. Электросталеплавильное производство потребляет большое количество энергии до 500...700 кВт·ч/т. Расход электроэнергии снижают применением природного газа и кислорода. Однако при применении энергетического способа происходит значительное окисление. При коэффициенте избытка воздуха равным 1 железо сильно окисляется, при уменьшении до 0,25 окислительного процесса не происходит, но в то же время сопровождается большим перерасходом газа. Кроме того, при повышении температуры происходит изменение количества окислительных веществ и увеличивается количество тепла, уносимого с уходящими газами. Регулированием кислорода можно осуществить безокислительный процесс с минимальным потреблением газа. В работе ставится задача разыскать условия наиболее рационального плавления лома природным газом.

Задача решалась сопоставлением диаграммы состояния системы  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_x\text{O-Fe-CO}_2\text{-CO-C}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_x\text{O-Fe-H}_2\text{O-H}$  равновесием окислительных компонентов неполного сгорания природного газа. Равновесие продуктов сгорания при  $T = 600...1600^\circ\text{C}$  рассчитывалось в программе MathCad с использованием фундаментальных термодинамических данных. При